

9. КАРСКОЕ МОРЕ

9.1. Общая характеристика

Карское море - окраинное море Северного Ледовитого океана. На западе сообщается проливами Карские Ворота и Маточкин Шар с Баренцевым морем, на востоке - прол. Вилькицкого и проливами между островами Северная Земля с морем Лаптевых. Площадь моря составляет 883 тыс. км², объем воды - 320 тыс. км³, средняя глубина - 230 м, наибольшая - 620 м. Южный берег моря сильно изрезан. Для западной части моря характерны более крупные формы расчленения берега, чем для восточной. На юго-западе и северо-востоке моря рельеф дна сложный, а в центральной части более ровный. Речной сток составляет в среднем 1300 км³/год. Климат полярный морской.

Температура воды невысокая и понижается с юго-запада на северо-восток. Зимой в подледном слое она близка к температуре замерзания (-1,5°...-1,7 °С). Летом в свободной ото льда части моря поверхностные воды нагреваются до 3,0 - 6,0 °С. Изменение температуры воды с глубиной происходит неодинаково. Зимой она почти на всех горизонтах отрицательная и близка к температуре замерзания. Исключение представляют желоба Святой Анны и Воронина, по которым в море проникают атлантические воды. Температура воды в желобах начиная с горизонта 50-75 м повышается и становится положительной (1,0...1,5 °С) в слое 100-200 м. Глубже температура снова понижается. Весной толщина поверхностного слоя прогретой воды на юго-востоке равна 10-12 м, а в юго-западной части - 15-20 м. Ниже температура резко понижается. Летом в западных районах высокая температура воды наблюдается до глубины 60-70 м, а затем она плавно понижается с глубиной. На востоке температура воды понижается с глубиной от высоких значений 1,7 °С на поверхности до -1,2 °С на горизонте 10 м, а у дна она составляет -1,5 °С.

Соленость поверхностных вод изменяется от 3-5 ‰ в южной части моря до 33-34 ‰ на севере. Соленость увеличивается от поверхности до дна. Зимой она равномерно повышается от 30 ‰ на поверхности до 35 ‰ у дна. Весной опреснение заметно лишь у берегов, где соленость резко возрастает до глубины 5-7 м; в водах ниже этого слоя соленость увеличивается постепенно. Летом соленость от низких значений на поверхности (примерно 10-20 ‰) резко увеличивается с глубиной и на горизонте 10-15 м достигает 29-30 ‰.

Структура вод на востоке моря обеспечивает их большую вертикальную устойчивость, и циркуляция захватывает только поверхностный 10-15-метровый слой. На западе и севере таких препятствий не возникает, поэтому конвективное перемешивание вод распространяется примерно до глубины 50 м. На мелководьях более плотные воды опускаются по склонам подводных впадин ко дну, вентилируя таким образом придонные слои на глубинах 400-500 м. Общий характер циркуляции циклонический. Течения образуют два

кольца. Скорость постоянных течений обычно составляет 5-15 м/с. Приливы выражены слабо (перепады уровня до 1 м) и нередко их затушевывают сгонно-нагонные колебания уровня, которые в глубине заливов могут превышать 2 м. Ледообразование начинается в сентябре в северных районах моря и в октябре-ноябре на юге. Зимой ширина припая увеличивается с запада на восток. Толщина льда 1,5 м. Лед разрушается в конце мая - начале июня.

9.2. Загрязнение вод в проливе Вега

В 2004 г. наблюдения в проливе Вега Карского моря проводились Диксонским СЦГМС на одной станции I категории на трех горизонтах (0, 5 и 11 м) ежедекадно. Всего было выполнено 30 станций.

Основными факторами, влияющим на гидрохимический режим и состояние морской среды в проливе Вега, являются сток р. Енисей и водообмен с открытой частью Карского моря. Концентрация биогенных элементов в воде была тесно связана с енисейским стоком. Содержание в морских водах соединений фосфора понижалось к лету и росло к зиме, а кремния резко повышалось весной с апреля по июнь. Концентрация аммонийного азота была в обычных пределах: от близких к нулю летом до 178,0 мкг/л в подледный период в декабре при среднегодовом содержании 33,7 мкг/л.

Среднее содержание НУ по сравнению с 2003 г. практически не изменилось и составило в 2004 г. 0,04 мг/л (0,8 ПДК), максимум (0,31 мг/л, 6 ПДК) был отмечен в мае.

Среднее содержание фенолов снизилось более чем в 3 раза по сравнению с 2003 г. (0,010 мг/л) и составило 0,003 мг/л (3 ПДК). Максимальная концентрация фенолов наблюдались в мае в поверхностном слое (0,012 мг/л, 12 ПДК).

В течение года примерно в 25 % проб морской воды из поверхностного слоя присутствовали ХОП. Концентрация α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ изменялась от 1,56 до 2,34 нг/л (0,2 ПДК); концентрация пестицидов группы ДДТ - 10,71 - 24,70 нг/л (2,5 ПДК).

Кислородный режим был в пределах нормы: 67 – 105 % насыщения.

ИЗВ в 2004 г. составил 1,12, что соответствует III классу качества ("умеренно-загрязненные"). По сравнению с 2003 г. качество вод улучшилось (табл. 9.1).

9.3. Экспедиционные исследования

В 2004 г. РЦ "Мониторинг Арктики" выполнил съемку Карского моря в летне-осенний период.

Минеральный состав снежного покрова

В пробах снега, отобранных в районе желоба Воронина, к западу от острова Шмидта, содержание нитратов было равно 0,233 мг/л талых вод, хлоридов – 6,27 мг/л, сульфатов – 2,50 мг/л, натрия – 1,24 мг/л, калия – 0,36 мг/л, взвесей – 0,68 мг/л.

Полициклические ароматические углеводороды

Из определявшихся 24 индивидуальных ПАУ уровень содержания в поверхностном слое морских вод Карского моря выше предела чувствительности применявшегося метода анализа был у антрацена (средняя концентрация 0,2 нг/л), пирена (3,62 нг/л), бенз(б)флуорантена (0,97 нг/л), бенз(к)флуорантена (14,6 нг/л) и бенз(а)пирена (1,9 нг/л).

В снежном покрове Карского моря был идентифицирован лишь бенз(б)флуорантен, содержание которого равнялось 0,2 нг/л талой воды.

В образцах морского льда лишь нафталин и бенз(б)флуорантен определялись в концентрациях, превышавших уровень чувствительности применявшегося аналитического метода, 2,0 и 0,2 нг/л талой воды соответственно.

Суммарное содержание идентифицированных ПАУ в поверхностном слое морских вод составляло 24,7 нг/л в районе к востоку от острова Грем-Белл; в морском льду и в снежном покрове южнее острова Шмидта в желобе Воронина – 2,2 и 0,2 нг/л талых вод соответственно.

В донных отложениях концентрация индивидуальных ПАУ находилась в пределах: нафталина – от 151,8 до 348,1 нг/г при среднем содержании 249,95 нг/г; фенантрена – от 4,2 до 5,1 нг/г (средняя - 4,65 нг/г), флуорантена – от 1,3 до 1,7 нг/г (1,5 нг/г), бенз(а)антрацена – от 0,2 до 0,5 нг/г (0,35 нг/г), хризена – от 1,9 до 8,1 нг/г (5,0 нг/г), бенз(б)флуорантена – от 18,7 до 37,1 нг/г (27,9 нг/г), бенз(к)флуорантена – от 0,3 до 0,8 нг/г (0,55 нг/г), дибенз(а, h)антрацена – от 0,9 до 2,8 нг/г (1,85 нг/г), индено(1,2,3-с, d)пирена – от 5,5 до 14,1 нг/г (9,8 нг/г). Суммарное содержание идентифицированных соединений ПАУ в донных отложениях изменялось в пределах от 203,6 до 400,0 нг/г, составляя в среднем 301,8 нг/г (0,3 ДК).

Хлорорганические соединения

В пробах снежного покрова и морского льда из определявшихся 22 хлорорганических соединений уровни содержания альдрина, октахлорстирола, гептахлорэпоксида, цис- и транс-хлордана, цис- и транс-нонахлора, фотомирекса, мирекса, группы ДДД были ниже пределов обнаружения используемого метода анализа. В пробах морских вод, кроме вышеназванных соединений, ниже пределов обнаружения были концентрации 1,2,3,5-тетраХБ, β-ГХЦГ, 4,4-ДДД, 2,4-ДДТ и группы ДДЕ.

Средняя концентрация идентифицированных ХОС в морских водах, снежном покрове и морском льду распределялась следующим образом (табл. 9.2).

Средняя концентрация ХОС (нг/л) в морской среде Карского моря в 2004 г.

ХОС	Снежный покров, нг/л талой воды	Морской лед, нг/л талой воды	Морская вода, нг/л	Морские взвеси, нг/мг взвеси	Твердые включения в снеге, нг/мг	Твердые включения во льду, нг/мг
2.4-ДДТ	0,06	0,05			0,093	0,028
4.4-ДДЕ	0,11	0,10	0,17	0,26	0,135	0,049
2.4-ДДД	нпо*	нпо*	нпо*	нпо*	0,031	0,025
α-ГХЦГ	1,04	0,63	0,08	0,555	0,142	0,214
β-ГХЦГ	0,06	0,18	нпо*	нпо*	0,047	нпо*
γ-ГХЦГ	0,10	0,09	0,07	0,096	0,325	0,081
Σ ГХЦГ	1,20	0,46	0,09	0,651	0,514	0,295

Примечания: нпо* - ниже предела обнаружения.

В пробах морских взвесей, отбирившихся с подповерхностного горизонта, из 22 соединений ХОС выше пределов обнаружения применявшегося метода анализа была концентрация α-ГХЦГ (0,555 нг/мг взвеси), γ-ГХЦГ (0,096 нг/мг), гексахлорбензол (0,224 нг/мг), 4,4-ДДЕ (0,26 нг/мг) и 4,4-ДДТ (0,339 нг/мг).

Сумма концентраций идентифицированных конгенов ПХБ в морских взвезях из поверхностных вод равнялась 0,136 нг/мг, из них #28 составлял 0,115 нг/мг, #52 – 0,117 нг/мг, #118 – 0,151 нг/мг.

В пробах донных отложений, отбирившихся в районе желоба Воронина к югу от острова Ушакова, концентрация ХОС была следующей: гексахлорбензола – 0,22 нг/г, 4,4-ДДЕ – 0,16 нг/г, 2,4-ДДТ – 0,05 нг/г, 4,4-ДДТ – 0,24 нг/г. В донных отложениях, отобранных в районе пос. Диксон, уровень содержания ХОС равнялся: гексахлорбензола – 0,19 нг/г, β-ГХЦГ – 0,12 нг/г, γ-ГХЦГ – 0,10 нг/г, 4,4-ДДЕ – 0,36 нг/г, 4,4-ДДД – 0,64 нг/г, 2,4-ДДТ – 0,38 нг/г, 4,4-ДДТ – 0,27 нг/г.

Сумма концентраций конгенов ПХБ в поверхностных водах равнялась 0,33 нг/л, при этом содержание #28 было равно 0,08 нг/л, #31 – 0,14 нг/л, #101 – 0,07 нг/л, #118 – 0,09 нг/л. В придонных водах суммарная концентрация конгенов ПХБ составила 0,32 нг/л. Содержание #18 было равно 0,06 нг/л, #28 – 0,13 нг/л, #31 – 0,06 нг/л, #101 – 0,07 нг/л, #118 – 0,08 нг/л.

В твердых включениях в снежном покрове средняя концентрация суммы идентифицированных ПХБ равнялась 0,38 нг/мг, при этом средняя концентрация #18 составляла 0,044 нг/мг, #28 – 0,014, #31 – 0,041, #52 – 0,063, #101 – 0,055, #118 – 0,057 нг/мг. В твердых включениях морского льда содержание суммы конгенов ПХБ была равна 0,57 нг/мг, из нее концентрация #18 составляла 0,103 нг/мг, #28 – 0,21, #31 – 0,071, #52 – 0,067, #101 – 0,008, #118 – 0,029, #138 – 0,045 нг/мг.

В пробах донных отложений, отбравшихся в районе желоба Воронина к югу от острова Ушакова, Суммарное содержание идентифицированных ПХБ составляло 0,90 нг/г.

Тяжелые металлы

Концентрация ТМ в подповерхностном слое морских вод была следующей: марганца – 0,25 мкг/л, цинка – 2,24 мкг/л, меди – 0,24 мкг/л, кадмия – 0,63 мкг/л, ртути – 0,014 мкг/л. В придонном слое концентрация составляла: марганца – 0,07 мкг/л, цинка - 2,52 мкг/л, меди – 0,56 мкг/л, кадмия – 0,04 мкг/л, ртути – 0,005 мкг/л. Уровень содержания никеля, кобальта, свинца и хрома был ниже пределов обнаружения применявшегося метода анализа.

В снежном покрове концентрация металлов составляла: цинка – 13,85 мкг/л талой воды, меди – 0,61 мкг/л, никеля – 10,76 мкг/л, кобальта – 1,12 мкг/л, свинца – 1,39 мкг/л, кадмия – 0,08 мкг/л, хрома – 0,24 мкг/л и ртути – 0,023 мкг/л талой воды. В пробах морского льда содержание тяжелых металлов равнялось: цинка – 2,44 мкг/л, меди – 1,14 мкг/л, никеля – 1,87 мкг/л, свинца – 0,07 мкг/л, кадмия – 0,23 мкг/л, ртути – 0,005 мкг/л.

В донных отложениях района желоба Воронина к югу от острова Ушакова концентрация никеля (48,25 нг/г) была выше в 1,4 раза ДК (Табл. 1.5, 35 нг/г). Концентрация остальных металлов была ниже ДК: цинка – 96,3 нг/г, меди – 17,41 нг/г, кобальта – 4,72 нг/г, свинца – 18,24 нг/г, кадмия – 0,31 нг/г, хрома – 21,02 нг/г, ртути – 0,055 нг/г.

В донных отложениях в районе пос. Диксон уровень содержания металлов был несколько ниже: цинка – 65,79 нг/г, меди – 19,59 нг/г, никеля – 30,88 нг/г, кобальта – 4,47 нг/г, свинца – 7,65 нг/г, кадмия – 0,78 нг/г (1 ДК), хрома – 20,08 нг/г, ртути – 0,033 нг/г.

По величине ИЗВ качество вод в проливе Вега оценивается как “умеренно загрязненные” (табл. 9.1). Оценка уровня загрязнения вод в первую очередь определяется высокими концентрациями НУ и фенолов.

Таблица 9.1.

Оценка качества прибрежных вод пролива Вега и Енисейского залива Карского моря по ИЗВ в 2002-2004 гг.

Район моря	2002 г.		2003 г.		2004 г.		Среднее содержание ЗВ в 2004 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
пролив Вега	-		2,92	V	1,12	III	НУ – 0,8; фенолы – 3
Енисейский залив	-		0,93	III	-		
открытая часть моря					0,42	II	НУ – 0,4; фенолы – 0,9